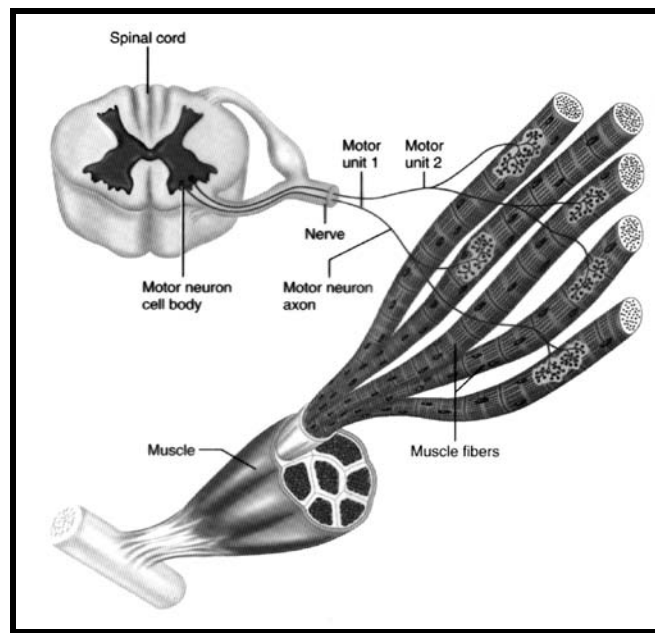


Laboration: Elektromyografi (EMG)

Baserad på instruktionerna till "Lesson 1 and 2" (EMG I – II) ur Biopac Student Laboratory Manual.
Klas Blomgren Oktober 2002

1. Introduktion

Skelettmuskulaturens huvudsakliga funktion är att omvandla kemisk energi till mekaniskt arbete. Skelettmuskulatur består av hundratals enskilda cylindriska celler, eller muskelfibrer, som hålls samman av bindväv. Nervimpulser från hjärnan (via kranialnerver) eller ryggmärgen (via spinala nerver) förmedlas i perifera nerver till avsedda muskler. När nervfibrerna når muskeln, förgrenar de sig och varje nervfiber innerverar ett flertal muskelfibrer. Ett enda motorneuron kan alltså innervera flera muskelfibrer, men varje muskelfiber innerveras endast av ett motorneuron. Ett motorneuron tillsammans med de muskelfibrer det innerverar kallas en **motorisk enhet** (*motor unit*). När ett motorneuron aktiveras, kommer alla de muskelfibrer som det innerverar att svara med att generera egna elektriska signaler som leder till kontraktion.



Figur 1. Från: *Human Anatomy and Physiology, 5th ed.*, av E. Marieb, Benjamin and Cummings, 2001

Antalet muskelfibrer som innerveras av ett enda motorneuron, d v s storleken på den motoriska enheten, varierar mellan ca 10 och 3000. Antalet beror på muskelns funktion. Ju mindre motoriska enheter, desto fler motorneuron behöver engageras för att kontrollera muskeln, och därmed blir hjärnans kontroll över muskelns förkortning större. Muskler som styr fingrarnas eller ögonens rörelser har mycket små motoriska enheter eftersom dessa måste styras mycket exakt. Postural muskulatur, å andra sidan, som till exempel skall hålla ryggen rak, har mycket stora motoriska enheter, eftersom exakt kontroll av denna muskulatur inte är nödvändig.

Graden av muskelkontraktion styrs av:

1. Antalet aktiverade motoriska enheter.
2. Frekvensen av nervimpulser i varje motorisk enhet.

När hjärnan vill öka kontraktionen i en muskel, ökar den antalet samtidigt aktiva motoriska enheter i muskeln. Detta kallas **rekrytering** av motoriska enheter (*motor unit recruitment*). En aktionspotential från ett motorneuron ger alltid upphov till aktionspotentialer i samtliga muskelfibrer i den motoriska enheten. Vanligen skickas inte en aktionspotential i taget, utan hela skurar eller tåg av aktionspotentialer skickas för att inducera en **tetanisk** kontraktion (en långvarig, sammanhängande fusion av enskilda sammandragningar) av muskelfibrerna i den motoriska enheten.

Vissa delar av skelettmuskulaturen kan uppvisa en konstant **tonus**, d v s en viss stadig kontraktion. Detta är nödvändigt i postural muskulatur (rygg, nacke), men kan också finnas som en förberedelse för att snabbt kunna ta en muskel i bruk.

Gradering innebär att förkortningen av en muskel eller den kraften som den utvecklar ändras allteftersom belastningen ändras. Gradering möjliggör jämna kontrollerade rörelser, som t ex gång eller simning. Vid gång på plan mark eller i trappor utvecklar samma muskulatur olika mycket kraft beroende på belastningen de utsätts för.

Då en motorisk enhet aktiveras kommer muskelfibrerna att generera och propagera sina egna aktionspotentialer, vilka sedan leder till mekanisk kontraktion av fibrerna. De elektriska impuls som då kan avledas från utsidan av varje enskild fiber är svaga (mindre än 100 mikrovolt), men tillsammans kan de ge upphov till spänningsskillnader som är så stora att de kan detekteras av elektroder på huden. Detektion, förstärkning och registrering av spänningsförändringar i huden som orsakas av underliggande muskulatur, kallas **elektromyografi (EMG)**. Registreringen kallas **elektromyogram**.

När man arbetar kontinuerligt med en muskel kommer den så småningom att tröttnas ut (*fatigue*). Detta kan ha flera orsaker. Dels kan muskelfibrerna konsumera den energi som finns lagrad i cellerna, och så småningom kommer inte energinivåerna att kunna återställas utan muskelfibrernas förmåga att generera mekanisk kraft kommer att avta (s.k. *perifer fatigue*). Detta påverkar dock inte muskelns förmåga att generera aktionspotentialer, och påverkar alltså inte EMG.

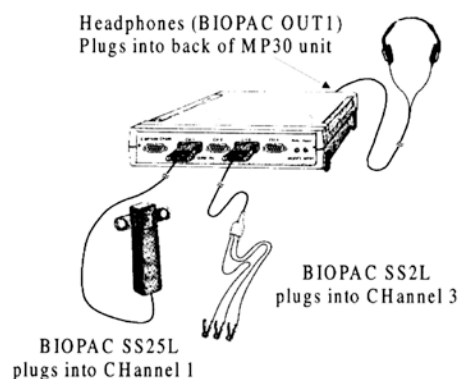
Det finns också flera centrala mekanismer som kan bidra till fatigue, *central fatigue*, både på ryggmärgsnivå (t.ex. minskad effektivitet i synapserna på motorneuronen) eller på högre nivåer i de motoriska systemen (minskad central aktivering av de descenderande bansystemen). Genom att EMG registrerar muskelns elektriska aktivitet och en kraftregistrering avspeglar muskelns mekaniska kraftutveckling så finns det möjlighet att skilja på central och perifer fatigue i laborationen.

2. Syfte

- 2.1 Att observera och registrera muskeltonus, så som den avspeglas i den elektriska aktiviteten i vilande muskulatur.
- 2.2 Att bestämma den maximala kraften i höger och vänster hand.
- 2.3 Att *observera, registrera* och *korrelera* rekrytering av motoriska enheter med ökande kraft i kontraktionen.
- 2.4 Att registrera kraften i handgreppet, EMG och integrerat EMG under fatigue.

3. Material

- Dator med mjukvaran Student Lab 3.0
- BIOPAC datainsamlingsenhet (MP30)
- BIOPAC elektrodkablar (SS2L)
- Självhäftande elektroder, 6 st per försöksperson
- BIOPAC hand-dynamometer (SS25)
- BIOPAC hörlurar (OUT1)



Figur 2

4. Utförande

Det är lämpligt att gruppen utser en **försöksledare**, en **försöksperson** och en **”tekniker”**.

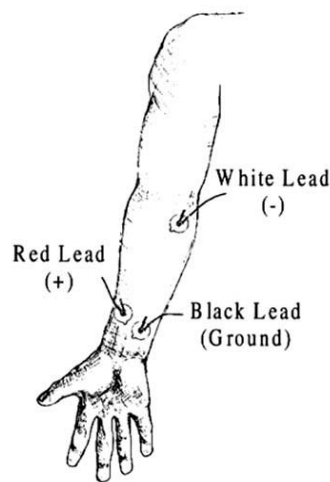
- Försöksledaren skall läsa instruktionerna och tala om för försökspersonen och teknikern vad de skall göra.
- Försökspersonen är den vars EMG skall mätas.
- Teknikern skall övervaka instruktionerna från programmet då försökspersonen ombeds göra något, och sköta den tekniska registreringen av data.

4.1 Förberedelser

- 4.1.1 Sätt på tre självhäftande elektroder på försökspersonens dominanta (vanligtvis höger på en högerhänt person, och vice versa) **och** icke-dominanta underarm enligt figur 3a nedan (registreringar skall göras från båda armarna).



Figur 3a

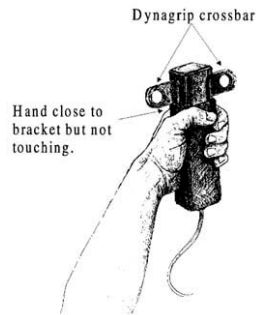


Figur 3b

- 4.1.2 Koppla in hand-dynamometern (SS25L) i kanal 1 (CH1), elektrod-kablarna (SS2L) i kanal 3 (CH3) samt hörlurarna (OUT1) baktill på MP30.
- 4.1.3 Sätt fast kablarna på elektroderna enligt figur 3b ovan. OBS! Förvissa er om att färgerna sitter som på bilden.
- 4.1.4 Starta programmet BIOPAC Student Lab, välj lektionen **”L02-EMG-2”** och klicka **OK**.
- 4.1.5 Skriv in ett unikt filnamn (varje grupp eller försöksperson måste ha ett unikt filnamn för att kunna spara registreringarna).

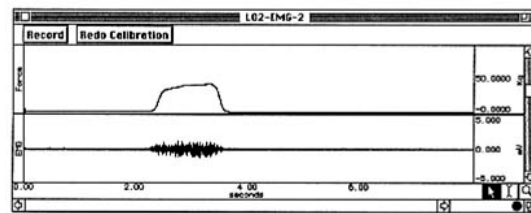
4.2 Kalibrering

- 4.2.1 Klicka på **”Calibrate”**. Ett fönster kommer att dyka upp och tala om för er att inte applicera någon kraft på dynamometern.
- 4.2.2 Lägg ned dynamometern och klicka **OK**.
- 4.2.3 Fatta dynamometern så högt upp som möjligt utan att röra vid den tvärgående metallplattan. Det är viktigt att man håller dynamometern likadant hela tiden, och på samma sätt med både höger och vänster hand, annars blir resultaten missvisande. Se figur 4.



Figur 4

- 4.2.4 Följ instruktionerna i de två följande fönster som dyker upp, och klicka **OK** när ni är färdiga med respektive fönster. När ni klickat OK på det tredje fönstret kommer kalibreringen att börja.
- 4.2.5 Försökspersonen skall **vänta ca två sekunder**, sedan gripa så hårt som möjligt om dynamometern, och till sist släppa den. Denna registrering av försökspersonens maximala handstyrka används av programmet för kalibrering.
- 4.2.6 **Vänta** tills kalibreringen är färdig. **Hela proceduren tar ca 8 sekunder och slutar automatiskt.**
- 4.2.7 Om kalibreringen ser ut ungefär som på bilden nedan (figur 5), fortsatt till nästa sektion. Om inte, gör om kalibreringen (klicka på **"Redo calibration"**).

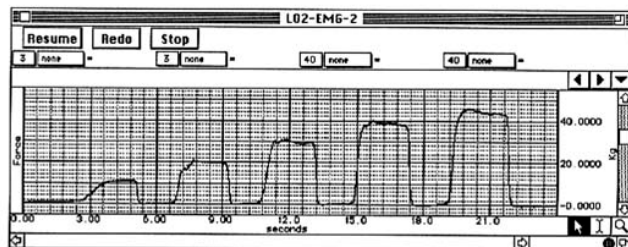


Figur 5

4.2 Registrering

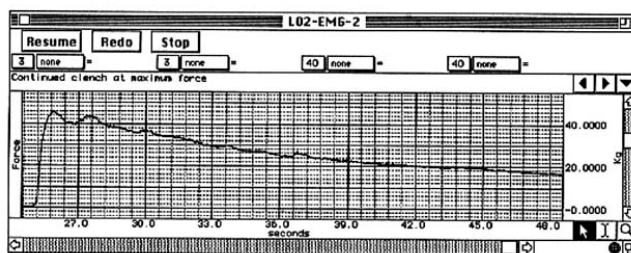
Från varje underarm skall två serier av registreringar göras. Den första serien skall illustrera **rekrytering** av motoriska enheter, den andra serien skall illustrera **uttrötning**, eller *fatigue*.

- 4.3.1 **Titta i textfönstret under kalibreringskurvan**, där står vilken inkrementell (stegvis) ökning försökspersonen skall åstadkomma, **5, 10 eller 20 kg ökning per grepp**. Detta är baserat på hur hårt greppet var under kalibreringen.
- 4.3.2 Klicka på **"Record"**. Ett fönster kommer att dyka upp som enbart visar dynamometers mätkanal, samt ett rutnär som indikerar den tänkta inkrementella, stegvisa ökningen. **Grip dynamometern i 2 sekunder, slappna av i 2 sekunder, och fortsätt på detta vis tills alla registreringar är gjorda (3 till 5 "pucklar").** Försök med hjälp av mätfönstret hålla kraften på en jämn nivå under greppet. Öka kraften i greppet med 5, 10 eller 20 kg varje gång, enligt ovan, tills maximal styrka har nåtts. **Till exempel: 5-10-15, 10-20-30 eller 20- 40-60 kg.** OBS! Registreringarna skall se ut ungefär som i figur 6 nedan!



Figur 6

- 4.3.3 Klicka på **"Suspend"**. Registreringen avbryts. Om det gick bra skall det se ut ungefär som på bilden ovan (figur 6). Registreringen kan vara bra även om kurvorna inte är lika jämna som på bilden. Om ni vill göra om registreringen, klicka på **"Redo"** och repetera föregående steg.
- 4.3.4 Fortsätt att följa instruktionerna på skärmen. Klicka på **"Resume"**. Grip dynamometern med **maximal kraft**. Notera kraften och **håll kvar den så länge som möjligt**. OBS! Det är *viktigt* att detta görs med maximal kraft, det blir bättre resultat då.
- 4.3.5 När kraften minskat till mindre än 50% av maximal kraft, släpp greppet och klicka på **"Suspend"**. Registreringen avbryts och kan inspekteras. Om det gick bra skall det se ut ungefär som figuren nedan (figur 7). Om ni vill göra om registreringen, klicka på **"Redo"** och repetera föregående steg.

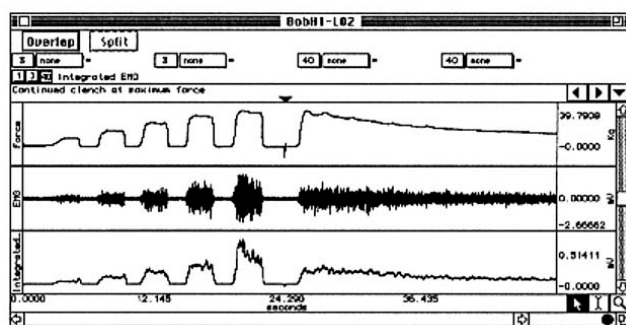


Figur 7

- 4.3.6 Nu är registreringarna klara för den dominanta armen. Instruktionerna på skärmen ber er nu koppla upp elektroder och upprepa registreringarna med inkrementell ökning av kraften samt fatigue på den icke-dominanta armen.
- 4.3.7 **Lyssna på EMG** (frivilligt). Om ni vill lyssna på EMG-signalen, ta på hörlurarna och klicka på **"Listen"**. Då försökspersonen griper i dynamometern hörs ett ljud som varierar med intensiteten i greppet. När alla som vill har lyssnat färdigt, klicka på **"Stop"**.
- 4.3.8 Klicka på **"Done"**. Ta bort elektroderna från armarna.

5. Analys av data

- 5.1.1 En dialogruta visar på alternativ där man kan analysera de data ni just registrerat. Om ni råkat stänga programmet eller komit fel så kan ni titta på era sparade data stängt programmet kan ni istället titta på era sparade data. I start-menyn **"Lessons"**, välj **"Review Saved Data"**. Leta upp mappen med det namn ni gav den i början (**"Den här datorn"** – **"Lokal disk"** – **"Program"** – **"BIOPAC Systems, Inc"** – **"Biopac Student Lab v. 3.7.1"** – **"Data files"**). Filen är markerad **"L02"** för "Lesson 02".



Figur 8

- 5.1.2 Börja med den första övningen, inkrementell ökning. För att optimera betraktandet av kurvorna kan ni använda kommandona **"Autoscale horizontal"**, **"Autoscale waveforms"** och **Zoom Tool** (förstoringsglaset) och menyvalet **"Zoom Previous"** (zoomar ut eller tillbaka), samt den **vertikala** och den **horisontella rullninglisten** (scroll bar).

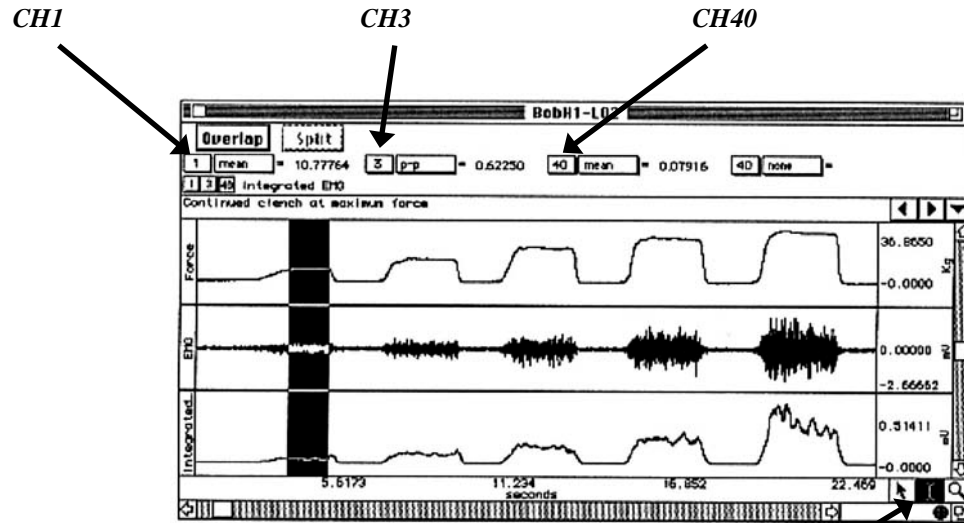
5.1.3 Ställ in kanalerna enligt följande (se även figur 9 nedan):

<u>Kanal</u>	<u>Measurement</u>
CH 1 (Force)	mean
CH 3 (Raw EMG)	p-p
CH 40 (Integrated EMG)	mean

mean: Visar medelvärdet för det valda intervallet.

p-p: Tar maxvärdet i det valda intervallet och subtraherar minimivärdet.

Det valda intervallet ställs in med markeringsverktyget som ser ut som en "I-balk" (på engelska "I-beam", se nedan).



Figur 9

I-balk (markeringsverktyg)

5.1.4 Markera en del av plåt-fasen i den första puckeln med hjälp av markeringsverktyget ("I-balken"). Denna väljs genom att klicka i rutan mellan pilen och förstörings-glaset (se nedre högra hörnet i figur 9 ovan).
Notera de mätresultat som visas, antingen genom att skriva ned dem för hand, eller genom "**Edit – Journal – Paste measurements**".

5.1.5 Upprepa föregående steg för samtliga pucklar.

5.1.6 Markera ett intervall **mellan** två pucklar, där kraften är noll, och förstora upp detta intervall med hjälp av "**förstöringsglas**". Notera om det syns någon EMG-aktivitet.

5.1.7 Gå till den andra övningen (*fatigue*), genom att rulla fönstret åt höger.

5.1.8 Ställ in kanalerna enligt följande:

<u>Kanal</u>	<u>Measurement</u>
CH 1 (Force)	value
CH 40 (Integrated EMG)	delta T

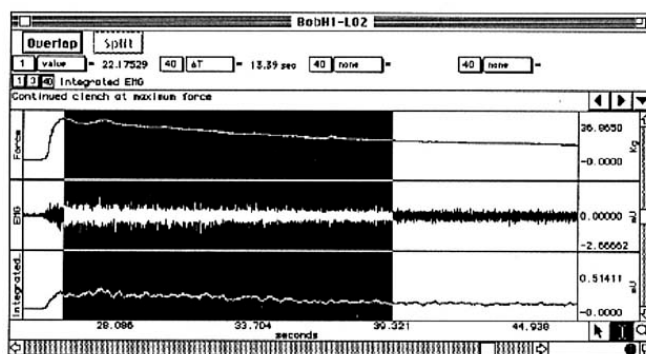
value: Visar amplituden för kurvan i den punkt där "I-balken" placerats. Om ett intervall markerats, visas värdet på amplituden i slutpunkten av det valda intervallet.

Delta T: Visar tiden (durationen i sekunder) i det valda intervallet.

5.1.9 Välj med "I-balken" en punkt där gripkraften är maximal. **Notera gripkraften** vid denna punkt, se nedersta tabellen, nedan.

Markera sedan genom att dra med markeringsverktyget ända till en punkt där kraften sjunkit till ca 50% av den initiala, maximala kraften (se figur 10 nedan). **Notera kraften** i samma tabell.

Notera slutligen tiden det tog för denna *fatigue* att utvecklas (=delta T).



Figur 10

- 5.1.10 Fyll i alla data för den dominanta armen i tabellerna under punkt 6 på nästa sida.
 5.1.11 Upprepa analyserna med registreringar för den icke-dominanta underarmen ("2-L02").
 5.1.12 Fyll i alla data för den icke-dominanta armen i tabellerna under punkt 6 på nästa sida.

6. Diskussion och frågor

Fyll i tabellerna med data från era registreringar.

		Dominant arm			Icke-dominant arm		
Puckel #	Kraft (kg) Inkrement	Kraft (kg) (CH1) mean	EMG (mV) (CH3) p-p	Int. EMG (mV) (CH40) mean	Kraft (kg) (CH1) mean	EMG (mV) (CH3) p-p	Int. EMG (mV) (CH40) mean
1	kg						
2	kg						
3	kg						
4	kg						
5	kg						

Dominant arm			Icke-dominant arm		
Max kraft (CH1-värdet)	50% av max	Tid till fatigue (delta T)	Max kraft (CH1-värdet)	50% av max	Tid till fatigue (delta T)

1. Definiera **motorisk enhet**.
2. Definiera **rekrytering**.
3. Definiera **EMG**.
4. Är försökspersonens högra arm lika stark som den vänstra? Förklaring?
5. När man inte registrerar någon kraftutveckling (dynamometern registrerar värdet noll), kan man då se någon EMG-aktivitet? Vad skulle detta kunna vara?
6. När muskeln tröttnar minskar kraften som muskeln utvecklar. Vilka mekanismer ligger bakom detta fenomen?
7. Kan du tänka dig någon klinisk tillämpning av EMG-registrering?
Finns det någon tillämpning där patienten kan ha nytta av att höra sitt eget EMG?